**Décompression**

Durée 1h30 Coefficient 4

**QUESTION 1 (7 points)**

1. Définissez les termes suivants : Compartiment, Sursaturation Critique (Sc), Tissu biologique et M-Value (2 pts)
2. Listez les principaux modèles de décompression utilisés par les ordinateurs actuels et expliquez succinctement leurs hypothèses (3 pts)
3. Certains ordinateurs proposent systématiquement, mais de manière non obligatoire, d’effectuer un palier de principe/sécurité.

Expliquez dans quels cas ce palier peut être avantageux pour l’organisme en fin de plongée. (0,5 pt)

1. Dans les autres cas, listez les situations et expliquez brièvement pourquoi la tenue du palier de principe/sécurité peut être source de problèmes. (0,5 pt)
2. Pourquoi préconiseriez-vous de ne pas effectuer des paliers profonds lors d'une plongée à l'air ou au nitrox ? (1pt)

**QUESTION 2 (4 points)**

On vous demande d'expliquer à de futurs plongeurs autonomes à l’air dans la zone 40-60m, les procédures que vous recommandez pour la cohésion de la palanquée en cas d’utilisation de différents ordinateurs de plongée.

**QUESTION 3 (6 points)**

Lors d’un stage final à l’examen de guide de palanquée qui se déroule au mois de février, un stagiaire est très stressé car il pense ne pas être assez préparé. Il a très mal dormi, ne veut rien manger au petit déjeuner et est très fatigué avant de partir pour une plongée technique à 40m, mais il ne dit rien à l’encadrement.

Après la plongée, le stagiaire a une sensation de jambes molles, de grande fatigue puis sur le pont en aidant à déplacer des blocs, il se plaint d’une violente douleur lombaire.

1. Quel accident suspectez-vous ? (1 pt)
2. Quels traitements devez-vous appliquer dans ce cas ? Préciser les effets de chacun ? (2 pts)
3. Quels ont été tous les facteurs favorisants, avant, pendant et après la plongée ? (3 pts)

**QUESTION 4 (3 points)**

Afin de mieux préparer leurs cours sur la décompression, vos stagiaires pédagogiques vous posent des questions auxquelles vous répondez le plus clairement possible :

1. Lors des plongées successives, plus la deuxième plongée est profonde, moins la majoration est importante. Pourquoi ? (0,5 pt)
2. Que signifie « NO DEC TIME » sur un ordinateur de plongée ? (0,5 pt)
3. En cas de plongée profonde, au-delà des 40m, quels éléments prenez-vous en compte pour déclencher la remontée ? (2 pts)

Référentiel de correction

**QUESTION 1 (7 points)**

1. Définissez les termes suivants : Compartiment, Sursaturation Critique (Sc), Tissu biologique et M-Value (2 pts)

* ***Compartiment :****- Tissus fictif du corps humain (c'est un concept mathématique), ayant un comportement homogène vis-à-vis de la charge et de la décharge d'azote.  
  - Il se définit par sa période (T) et son Seuil de sursaturation Critique (Sc) ou M-Value dans un modèle Haldanien.*
* ***Tissu biologique :  
  -*** *Un tissu biologique est un ensemble de cellules ayant une fonction commune. Les tissus ont une réalité anatomique et sont de nature différente : osseux, musculaire, nerveux, …  
  - Les compartiments sont une représentation mathématique du comportement de tissus caractérisés par une même période et un même Sc, ce qui facilite les calculs dans le modèle de Haldane. Par exemple : le compartiment 60 n'est pas un muscle particulier, mais l’ensemble des muscles ayant une période proche de 6O.*
* ***Sursaturation Critique (Sc)****:*

*Valeur maximum du rapport entre la tension d’azote (TN2) au sein d’un compartiment et la pression absolue (Pabs) à laquelle ce compartiment est exposé sans qu’il ne développe de signes d’ADD. Sc = TN2 /Pabs*

* ***M-Value :***

*Tension d’azote maximale qu’un compartiment peut supporter sans présenter de signes d’ADD, à une profondeur donnée. Une M-value correspond à une limite de surpression tolérée. Les M-Values varient en fonction de la profondeur*

1. Décrivez brièvement les principaux modèles de décompression utilisés par les ordinateurs actuels (3 pts)

* ***Modèle de Bühlmann******(Type Haldanien) :***

*Notion de M-Values (Workman) : idem Sc mais avec une expression mathématique différente qui prend en compte le compartiment et la profondeur, l’air alvéolaire comme référence du gaz respiré, adapté à l'altitude. (1,5 pts)*

* ***Modèles VPM (à Perméabilité Variable) et RGBM (à faible Gradient de bulles) :***

*Le phénomène majeur pour ces deux modèles Haldaniens est l’azote ( ou gaz neutre) dissous, quantifié par l’équation de Haldane, des compartiments et des M-Value. Se rajoute une tentative de modélisation des micro-bulles  par RGBM (Wienke) avec un nombre de compartiments et de M-Values très proches de Bühlmann , qui tire ses sources des théories VPM (Yount). Existence de microbulles artérielles et veineuses non pathogènes dans l’organisme ; La façon de modifier les M-Values n’est pas documentée .*

1. Certains ordinateurs proposent systématiquement mais de manière non obligatoire d’effectuer un palier de principe/sécurité. Expliquez dans quels cas ce palier peut être avantageux pour l’organisme en fin de plongée. (0,5 pt)

*Bien qu’aucune étude scientifique ou médicale n’ait encore démontré un aspect bénéfique, tous s’accordent à dire que le palier de 3mn à 3m ne peut pas présenter de danger en termes de désaturation.*

*Il permettrait d’améliorer la désaturation de l’organisme en laissant plus de temps (3mn) à l’organisme d’éliminer l’azote en excès. Ceci est utilisé principalement lors de plongée avec difficultés particulières :*

* *Lutte contre le courant*
* *Lutte contre le froid*
* *Efforts*
* *État de fatigue*
* *Problèmes survenus durant la plongée (ex : début d’essoufflement) …*

1. Dans les autres cas, listez les situations et expliquer brièvement pourquoi la tenue du palier de principe/sécurité peut être source de problèmes. (0,5 pt)

* *Mauvaise stabilisation au palier, lutte contre le courant, houle, froid, dérive*
* *Mauvaise visibilité => risque qu’un ou plusieurs plongeurs perdent la palanquée*
* *Si une procédure de rappel des plongeurs est déclenchée, le fait de faire les paliers de sécurité peut entraîner un retard dans la prise en charge d’un accidenté par les secours. (Dans ce cas il faut imposer de « zapper » les paliers de sécurité).*

1. Pourquoi préconiseriez-vous de ne pas effectuer des paliers profonds lors d'une plongée à l'air ou au nitrox ? (1pt)

*Considérant que les plongées se font à l’air (éventuellement au nitrox) => préconisation de ne pas effectuer ou de désactiver les paliers profonds (deep stop) :*

* *Leur utilité a été fortement mise en cause en plongée* ***à l’air****, certaines études montrant même un accroissement du nombre des ADD, (Étude US-Navy, NEDU 2011 - Étude Marine nationale JE BLATTEAU, M HUGON, B GARDETTE, FM GALLAND –Medsubhyp 2005.)*
* *Les hypothèses avancées seraient qu’ils ralentiraient l’élimination de l’azote et favoriseraient la poursuite de la charge en azote de certains tissus.*

**QUESTION 2 (4 points)**

On vous demande d'expliquer à de futurs plongeurs autonomes à l’air dans la zone 40-60m, les procédures que vous recommandez pour la cohésion de la palanquée en cas d’utilisation de différents ordinateurs de plongée.

* *Planifier la plongée : connaitre les affichages et les procédures d'entrée dans les paliers pour chaque ordinateur, et harmoniser si possible les différents modèles en fonction des durcissements et autres paramètres modifiables à la main de l'utilisateur (1 pt)*
* *L’affichage et la réalisation des paliers profonds et de principe (prendre en compte dans la désaturation le fait qu’un plongeur n’a pas désactivé ses paliers profonds ou que le palier de principe est activé…) (1 pt)*
* *Communication spécifique à mettre en place pour les paliers (au fond pour les demander ou pour les signaler, à l’approche surface pour donner la profondeur et le temps…) (1 pt)*
* *A la remontée appliquer la procédure suivante : (1 pt)*
* *Profondeur et durée des paliers de l’ordinateur le plus pénalisant*
* *Vitesse de remontée la plus lente*
* *La planification d’un check conso/paliers/ décompression au fond…*

**QUESTION 3 (6 points)**

Lors d’un stage final à l’examen de guide de palanquée qui se déroule au mois de février, un stagiaire est très stressé car il pense ne pas être assez préparé. Il a très mal dormi, ne veut rien manger au petit déjeuner et est très fatigué avant de partir pour une plongée technique à 40m, mais il ne dit rien à l’encadrement.

Après la plongée, le stagiaire a une sensation de jambes molles, de grande fatigue puis sur le pont en aidant à déplacer des blocs, il se plaint d’une violente douleur lombaire.

1. Quel accident suspectez-vous ? (1 pt)

*Accident de désaturation neurologique avec atteinte médullaire*

1. Quels traitements devez-vous appliquer dans ce cas ? Préciser les effets de chacun ? (2 pts)

* *Le protocole que l’on doit appliquer est l’administration d’oxygène, le faire boire de l’eau et appeler les secours.* *(1 pt)*
* ***Le rôle de l’oxygénothérapie****. L’administration d’oxygène pur : (0,5 pt)*
  + *Permet une meilleure élimination de l’azote au niveau du filtre pulmonaire, le gradient étant plus important.*
  + *Apporte de l'oxygène aux tissus en hypoxie (en aval des bulles) par les vaisseaux sanguins collatéraux, et par diffusion intercellulaire. Ceci retarde la mort cellulaire et les séquelles définitives.*
  + *Diminue le volume des bulles : dénitrogénation du sang par l’oxygène*

*1. La bulle d’air, contenant une proportion importante d’azote, obstrue le vaisseau, bloquant l’apport d’oxygène d’amont et créant une hypoxie d’aval.*

*2. Des gradients d’oxygène et d’azote se créent, permettant la diffusion de l’azote hors de la bulle et de l’oxygène dans la bulle.*

*3. S’appauvrissant en azote la bulle diminue de volume et l’oxygène passe en aval.*

*4. La bulle diminue de volume et disparaît, l’azote est éliminé par les poumons, l’oxygène est consommé, l’hypoxie est corrigée.*

*La dénitrogénation est un mécanisme qui se produit spontanément même sans traitement par oxygène, le sang étant oxygéné par diffusion ; néanmoins un apport d’oxygène à fort débit permet cependant d’accélérer ce processus, et donc de limiter la durée de l’ischémie en aval de la bulle.*

* ***Le rôle de l‘eau :*** *(0,5 pt)*
* *Augmente le volume sanguin*
* *Permettant au sang une meilleure circulation*
* *Permettant de ce fait de meilleurs échanges et donc l’élimination de l’azote*

*Pourquoi de l’eau : il s’agit d’un liquide neutre.*

*En revanche le thé ou café sont des diurétiques donc à proscrire car auraient l’effet inverse souhaité en diminuant la phase liquide du corps.*

*L’alcool également car il a un effet vasoconstricteur et d’inhibiteur de l’hormone antidiurétique => favorise également la déshydratation.*

* ***NB : l’aspirine n’est plus recommandée :***
* *Son délai d’action est trop long pour être efficace dans le cadre de l’urgence (effet anti-agrégant plaquettaire)*
* *Elle présente un risque allergique*

1. Quels ont été tous les facteurs favorisants, avant, pendant et après la plongée ? (3 pts)

*AVANT :*

* *Déshydratation*
* *Fatigue générale, manque de sommeil*
* *Stress physique/psychique*
* *État d’hypoglycémie*
* *État physique et psychique inadapté à un stage de GP très soutenu*
* *Manque de préparation physique*

*PENDANT :*

* *Eau froide*
* *Stress*
* *Efforts physiques car plongée technique*
* *Plongées saturantes et successives lors d’un stage final GP*
* *Possibilité de 2 remontées de 40m, plongées yoyo ?*
* *Profils de remontées avec possibilité de vitesse trop rapide ?*

*APRES :*

* *Efforts après la plongée*
* *Portage de charge lourde*
* *Déshydratation*
* *Froid*
* *Montée en en altitude*
* *Trajet en avion*

**QUESTION 4 (3 points)**

Afin de mieux préparer leurs cours sur la décompression, vos stagiaires pédagogiques vous posent des questions auxquelles vous répondez le plus clairement possible :

1. Lors des plongées successives, plus la deuxième plongée est profonde, moins la majoration est importante. Pourquoi ? (0,5 pt)

*La majoration est le temps qu’il faudrait passer à la profondeur de la 2ème plongée pour avoir la même quantité d’azote dissous que celle que l’on a en début d’immersion (de cette 2ème plongée). Cette quantité sera atteinte plus rapidement quand la profondeur est plus importante 🡪 donc la majoration sera moins importante.*

1. Que signifie « NO DEC TIME » sur un ordinateur de plongée ? (0,5 pt)

*C’est le temps restant sans palier à la profondeur à laquelle on se trouve.*

1. En cas de plongée profonde, au-delà des 40m, quels éléments prenez-vous en compte pour déclencher la remontée ? (2 pts)

*Le premier des critères suivant apparaissant au sein de la palanquée déclenchera la remontée :*

* *Fixer un temps maximum au fond : celui qui permet de faire le moins de paliers possibles en fonction de la DTR envisagée (0,5pt)*
* *Fixer un temps maximum de DTR en fonction de la plongée envisagée (0,5pt)*
* *Fixer une pression minimum de décollage dans la bouteille (0,5pt)*
* *Apparition du premier palier à 6 m (0,25pt)*
* *Évidemment, incident au sein de la palanquée : narcose, essoufflement (0,25pt)*